

**Component is made of a composite material having at least one layer of solid metallic material and at least one foamable metallic material**

**Patent number:** DE10024004  
**Publication date:** 2000-11-23  
**Inventor:** BAUMEISTER JOACHIM (DE)  
**Applicant:** FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)  
**Classification:**  
- international: C22C1/08  
- european: B22F7/00B2F  
**Application number:** DE20001024004 20000518  
**Priority number(s):** DE20001024004 20000518; DE19991023127 19990519

**Report a data error here**

**Abstract of DE10024004**

Component is made of a composite material having at least one layer of solid metallic material and at least one foamable metallic material. At least one outer and/or the inner surface of the component is made of foamable metallic material. An Independent claim is also included for a process for producing a component comprising arranging at least two layers of foamable metallic material separated by a separating device between at least two layers of solid metallic material, rolling and removing the composite component.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 100 24 004 A 1

⑤1 Int. Cl. 7:  
C 22 C 1/08

②1 Aktenzeichen: 100 24 004.6  
②2 Anmeldetag: 18. 5. 2000  
④3 Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 100 24 004 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
199 23 127. 3 19. 05. 1999  
  
⑦1 Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 80636 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Baumeister, Joachim, 28777 Bremen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bauteil aus Verbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

DE 100 24 004 A 1

Die Erfindung betrifft ein Bauteil aus Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 10 und 11.

Leichte Bauteile, wie z. B. Hohlkörper, mit zwei aus einem massiven metallischen Material bestehenden Deckschichten und einer dazwischen befindlichen Schicht aus einem Metallschaum sind bekannt. Diese Bauteile weisen besonders hohe Steifigkeit und Festigkeit bei einem niedrigen Gewicht auf. Aus der DE 41 01 630 ist bekannt, dass Hohlkörper mit aufschäumbarem Aluminium gefüllt werden und dass der Aufschäumvorgang im Inneren des Hohlkörpers stattfindet, wodurch ein besonders leichtes Bauteil entsteht. Durch die Anwesenheit von Oxydschichten auf allen Oberflächen des Hohlkörpers und auf der Oberfläche des expandierenden Schaumes kann die Verbindung zwischen der Schaumfüllung und dem Hohlkörper beeinträchtigt werden.

Sandwichartige Verbundwerkstoffe können auch durch Bekleben von Aluminiumschaumkörpern mit Deckschichten aus massivem metallischen Material hergestellt werden. Hier ist die mangelnde Festigkeit der Klebstoffe, insbesondere bei höheren Temperaturen, nachteilig. Aus der DE 44 26 627 sind Verbundwerkstoffe bekannt, die durch Walzplattieren von aufschäumbarem Aluminium mit Deckschichten aus massivem metallischen Material, wie z. B. Stahl, Aluminium oder Titan, und einem nachfolgenden Aufschäumen des aufschäumbaren Aluminiums, hergestellt werden. In diesem Verfahren hergestellte Hohlkörper weisen außen und innen eine Deckschicht aus massivem metallischen Material auf. Die innere Deckschicht trägt hierbei wenig zur Steifigkeit und Festigkeit des Bauteiles bei, erhöht jedoch das Gewicht des gesamten Bauteiles.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Bauteil anzugeben, das eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweist, dessen Gewicht jedoch gering ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauteiles anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen 1, 7 und 8 angegebenen Merkmale gelöst. Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

Gemäß der Erfindung wird ein Bauteil angegeben, das eine Schicht aus massivem metallischen Material aufweist und bei dem mindestens eine Oberfläche durch einen aufschäumbaren metallischen Werkstoff gebildet ist. Diese Oberfläche kann die äußere oder die innere Oberfläche sein. Das Bauteil kann als ein ebenes Verbundblech oder ein Hohlkörper ausgebildet sein. Durch das Herstellungsverfahren dieses Bauteils ist gewährleistet, dass die Verbindung zwischen der massiven metallischen Deckschicht und der aufschäumbaren Schicht sehr gut ist und dass die aufschäumbare Schicht an der Deckschicht fest haftet.

Bei Ausgestaltung des Bauteils als ebenes Verbundblech kann vorgesehen sein, dass dieses aus einer massiv-metallischen Schicht und einer fest daran haftenden Schicht aus einem aufschäumbaren metallischen Werkstoff besteht. Diese Verbundbleche eignen sich insbesondere als Seitenaufprall-schutzträger für PKW-Türen. Ein derartiger Seitenaufprall-schutzträger besteht demnach aus einem Hohlprofil, an dessen Innenwandung sich ein fest anhaftender Metallschaum befindet, der deutlich zur Steifigkeit und Festigkeit des Bauteiles, aber nur wenig zum Gewicht beiträgt.

Eine andere Ausgestaltung der Verbundbleche sieht vor, dass das Bauteil aus mehreren Schichten eines massiven Werkstoffes und der dazwischen angeordneten Schichten eines aufschäumbaren metallischen Werkstoffes besteht, wobei beide oder nur eine Oberfläche eines derart ausgestalteten Verbundbleches durch eine Schicht aus einem auf-

schäumbaren metallischen Werkstoff gebildet wird. In Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass ein Verbundblech eine zwischen zwei aufschäumbaren Schichten angeordnete Schicht aus massivem metallischen Material aufweist. Dieses Verbundblech weist eine besonders hohe Steifigkeit und Festigkeit bei einem sehr geringen Gewicht auf.

Die erfindungsgemäßen Bauteile mit unsymmetrischer Schichtfolge werden vorzugsweise durch Paketwalzen hergestellt. Dabei werden abwechselnd Schichten aus einem massiven metallischen Werkstoff und Schichten aus aufschäumbarem metallischen Werkstoff aufeinander angeordnet. Erfindungsgemäß wird auch vorgesehen, anstelle der fertigen aufschäumbaren Schichten lose, treibmittelhaltige Pulvermischungen oder aber vorverdichtete (z. B. durch kaltisostatisches Pressen) Pulvermischungen zu verwenden. In diesen Fällen werden als Trennmittel eine oder mehrere zusammenhängende, durchgehende, nichtporöse, Trennfolien verwendet, da Emulsionen sich sonst mit der losen oder vorverdichteten Pulvermischung vermischen könnten. Die losen oder vorverdichteten Pulvermischungen werden in diesen Fällen erst während des Plattier- oder Beschichtungsvorgangs zu aufschäumbaren Schichten verdichtet. Eine Verbindung zwischen den zu den einzelnen Verbundblechen gehörenden aufschäumbaren Schichten während des Walzprozesses wird durch die Anordnung eines Trennmittels, z. B. eine Emulsion aus Graphit oder Bornitrit oder eine Trennfolie, zwischen den Schichten verhindert. Liegt die aufschäumbare Schicht in Form einer treibmittelhaltigen Pulvermischung vor, so wird als Trennmittel eine Folie eingesetzt. Die so zusammengesetzten Pakete werden dem Walzvorgang zugeführt. Nach der Beendigung des Walzvorgangs werden die durch das zwischen den aufschäumbaren Schichten angeordnete Trennmittel getrennten Bauteile, die an ihren Oberflächen aufschäumbare Schichten aufweisen, erhalten.

Auch andere bekannte Plattier- oder Beschichtungsverfahren können eingesetzt werden, sofern sie zu einer guten Verbindung zwischen der aufschäumbaren Metallschicht und der Deckschicht aus massivem metallischen Material führen. Dabei kann es sich um Ziehen, thermisches Spritzen, Sprengplattieren, Koextrusion, Strangpressplattieren oder HIP-Plattieren handeln.

Die Verbindungsqualität der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Verbundwerkstoffe ist so gut, dass z. B. die ebenen Verbundwerkstoffbleche durch bekannte Verfahren kaltprofiliert oder zu längsnahtgeschweißten Hohlprofilen weiterverarbeitet werden können. Um unregelmäßig geformte Hohlteile, wie z. B. Tanks oder Querlenker, zu erhalten, ist es möglich, die ebenen Verbundbleche zuvor durch beliebige Umformverfahren, wie Pressen, Tiefziehen oder Innendruckumformen, zu verformen und anschließend daraus den gewünschten Hohlkörper zu formen.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung der Werkstoffe zur Herstellung von ebenen Verbundblechen durch Walzplattieren

Fig. 2 eine andere Anordnung der Werkstoffe gemäß Fig. 1

Fig. 3 eine weitere Anordnung der Werkstoffe gemäß Fig. 1

Fig. 4 einen Hohlkörper mit einer Deckschicht und einer aufschäumbaren Schicht

Fig. 5 den Hohlkörper gemäß Fig. 4 mit der aufgeschäumten Schicht

Fig. 1 zeigt eine Anordnung der Werkstoffe bei der Herstellung von ebenen Verbundblechen mit nur einer massiv-metallischen Deckschicht 1a, 1b, und einer aufschäumbaren

Schicht 2a, 2b. Um derartige Verbundbleche zu erhalten werden die Ausgangswerkstoffe zu symmetrischen Plattenstapeln A angeordnet. Auf eine Deckschicht 1a aus massivem metallischen Werkstoff wird eine Schicht 2a aus einem metallischen, aufschäumbaren Werkstoff gebracht. Auf dieser Schicht wird ein Trennmittel 3 angeordnet. Auf die Trennmittelschicht 3 wird eine weitere Schicht 2b aus aufschäumbarem metallischen Werkstoff und eine weitere Deckschicht 1b aus einem massiven metallischen Werkstoff aufgebracht. Derartige Plattenstapel A werden einem Walzplattiervorgang unterzogen. Dabei verbindet sich jeweils die Deckschicht 1a, b mit der benachbarten aufschäumbaren Schicht 2a, b. Eine Verbindung zwischen den aufschäumbaren Schichten 2a, 2b wird jedoch durch das Trennmittel 3 verhindert. Nach dem Walzplattieren entstehen so zwei ebene Verbundwerkstoffbleche, die jeweils nur aus einer Deckschicht 1a, b und einer fest daran haftenden aufschäumbaren Schicht 2a, 2b bestehen. Ein so hergestelltes Verbundblech kann auch dreidimensional strukturiert sein. Die Verbindungsqualität zwischen den beiden Schichten 1 und 2 ist so gut, dass diese sich bei einer nachfolgenden Weiterverarbeitung durch übliche Verfahren wie z. B. Pressen, Tiefziehen, Innenhochdruckumformen usw. nicht voneinander lösen.

In Fig. 2 ist eine andere Anordnung zur Herstellung von Verbundblechen im Paketwalzverfahren dargestellt. Es ist folgende Anordnung der Schichten vorgesehen: Auf eine Deckschicht 4 aus massivem metallischen Material folgt eine Schicht 5 aus aufschäumbarem Material. Auf diese Schicht 5 folgt eine Trennmittelschicht 3, auf der eine weitere Schicht 6 aus aufschäumbarem Material angeordnet ist. Auf diese Schicht 6 folgt eine Schicht 7 aus massivem metallischen Material und dem eine Schicht 8 aus aufschäumbarem Material und eine Trennmittelschicht 3. Auf diese folgt eine Schicht aus aufschäumbarem Material und eine Deckschicht 10 aus massivem metallischen Werkstoff. Dieses Paket wird dem Walzplattiervorgang zugeführt. Nach Beendigung des Walzplattierverfahrens entstehen: zwei einseitig mit aufschäumbarem Material beschichtete Verbundbleche 4, 5; 9, 10 und ein doppelseitig mit aufschäumbarem Material versehenes Verbundblech 6, 7, 8.

In Fig. 3 ist eine Schichtreihenfolge dargestellt, bei der eine Sandwichkonstruktion (zwischen zwei Deckschichten angeordnete aufschäumbare Schicht) zusätzlich mit einer aufschäumbaren Schicht an einer oder beiden Oberflächen beschichtet ist. Es ergibt sich folgende Anordnung der Schichten: massiv-metallisches Material 11, aufschäumbares Material 12, Trennmittel 3, aufschäumbares Material 13, massiv-metallisches Material 14, aufschäumbares Material 15, massiv-metallisches Material 16, aufschäumbares Material 17, Trennmittel 3, aufschäumbares Material 18, massiv-metallisches Material 19. Wird dieses Paket walzplattiert, so entstehen zwei einseitig mit einer aufschäumbaren Schicht versehene Verbundbleche 11, 12; und 18, 19 und eine Sandwichkonstruktion mit zwei massiven Deckschichten 14, 16, die an ihren Oberflächen mit aufschäumbarem Werkstoff 13, 17 versehen sind und wobei sich zwischen den Deckschichten 14, 16 aufschäumbares Material 15 befindet. Werden bei der Anordnung nach Fig. 3 die Schichten 11, 12, 3a und 13 weggelassen, so entsteht eine einseitig mit einer aufschäumbaren Schicht 17 versehene Sandwichkonstruktion 14, 15, 16 und ein einseitig mit einer aufschäumbaren Schicht 18 versehenes Verbundblech 18, 19.

Gemäß der Darstellung in den Fig. 4, und 5 können oben beschriebene Verbundbleche durch Tiefziehen zu zwei dreidimensional gewölbten Halbschalen 20, 21 umgeformt werden. Legt man diese Halbschalen 20, 21 so aufeinander, daß zwischen ihnen ein Hohlraum 23 entsteht, wobei die auf-

schäumbaren Schichten 24 einander zugewandt sind, und löst dann das Aufschäumen durch eine Erwärmung aus, so verbinden sich an den Berührungsflächen die beiden aufschäumenden Schichten 24 miteinander, so dass nach erfolgter Abkühlung die beiden Halbschalen 20, 21 durch den Metallschaum 25 unlösbar miteinander verbunden sind. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Halbschalen 20, 21 während des Schäumvorgangs aufeinander zu pressen, etwa durch Schrauben oder Spannvorrichtungen. In diesen Fällen kann an den Berührflächen der beiden Halbschalen 20, 21 infolge des Anpressdrucks kein Aufschäumen erfolgen, so dass die beiden Halbschalen 20, 21 hier durch eine massive, nichtgeschäumte Aluminiumschicht unlösbar verbunden sind, während an den übrigen Innenflächen der Schaum ungehindert expandieren konnte. Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung des Hohlbauteils besteht darin, die beiden Halbschalen 20, 21 vor oder nach dem Aufschäumen miteinander zu verschweißen, so dass die Metallschichten aus konventionellen Materialien in der Schweißzone direkt miteinander verbunden sind, ohne dass sich Schaum oder aufschäumbares Material dazwischen befindet. Schließlich ist es möglich, regelmäßig geformte Hohlkörper (z. B. einfache Rohre) herzustellen und diese anschließend, beispielsweise durch Innenhochdruckumformen, weiterzubearbeiten.

Häufig erfolgt der Aufschäumvorgang als letzter Schritt, indem der Hohlkörper auf eine Temperatur erwärmt ist, bei der die aufschäumbare Aluminiumschicht 24 zu einer Schaumschicht 25 aufschäumt. Es ist jedoch auch möglich, zunächst den Schäumvorgang durchzuführen, und anschließend die Umformung vorzunehmen.

Vorteilhaft ist es, wenn dieser Schäumvorgang mit einer Wärmebehandlung des Deckblechwerkstoffs durchgeführt wird.

In einzelnen Fällen kann das Aufschäumen gezielt soweit getrieben werden, dass der gesamte Innenraum eines Hohlbauteils mit Schaum gefüllt ist.

#### Patentansprüche

1. Bauteil aus Verbundwerkstoff mit mindestens einer Schicht aus massivem metallischen Werkstoff und mindestens einer Schicht aus einem aufschäumbaren metallischen Werkstoff, wobei mindestens eine äußere und/oder die innere Oberfläche des Bauteiles aus dem aufschäumbaren metallischen Werkstoff besteht.
2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Schicht aus massivem metallischen Metall aufweist, an der die aufschäumbare Schicht fest haftet.
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil Verbundblech ist.
4. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil ein Hohlbauteil ist.
5. Bauteil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass es im Verfahren des Walzplattierens hergestellt wurde.
6. Bauteil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es die Form eines Tanks oder eines Querlenkers aufweist.
7. Bauteil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Wärmebehandlung die aufschäumbare Schicht im ausgeschäumten Zustand vorliegt.
8. Bauteil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aufschäumbare Schicht aus Aluminium, Zink oder Blei besteht.
9. Bauteil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die massive metalli-

sche Schicht aus Stahl, Aluminium, Titan oder Kupfer besteht.

10. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles nach einem der vorangegangenen Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen mindestens zwei Schichten aus massiv-metallischem Material mindestens zwei durch ein Trennmittel voneinander getrennte Schichten aus aufschäumbarem metallischen Werkstoff angeordnet sind und dass diese Schichten einem Walzvorgang unterzogen werden und dass nach dem Walzvorgang die durch Trennmittel voneinander getrennten Verbundwerkstoffbauteile getrennt werden.

11. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei Schichten aus massiv-metallischem Material eine Schicht aus aufschäumbarem metallischen Werkstoff angeordnet ist und dass zwischen mindestens einer Schicht aus massivem metallischen Material und mindestens einer weiteren Schicht aus massivem metallischen Material mindestens zwei durch ein Trennmittel voneinander getrennte Schichten aus aufschäumbarem Material angeordnet sind.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus aufschäumbarem Material durch lose oder vorverdichtete treibmittelhaltige Pulvermischung gebildet ist und dass während des Walzvorganges diese Pulvermischung zu einer festen aufschäumbaren Schicht verdichtet wird.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 10 oder 11 dadurch gekennzeichnet, dass das Trennmittel eine Emulsion aus Graphit oder Bornitrit oder eine Trennfolie ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennmittel eine Folie ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren als Walzplattieren, Ziehverfahren, Sprengplattieren, HIP-Plattieren, Strangpressplattieren, Koextrusion oder Ziehen durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Weiterverarbeitung der hergestellten Bauteile durch Pressen, Innenhochdruckumformen oder Tiefziehen erfolgt.

17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Weiterverarbeitung der hergestellten Bauteile durch Tiefziehen erfolgt.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

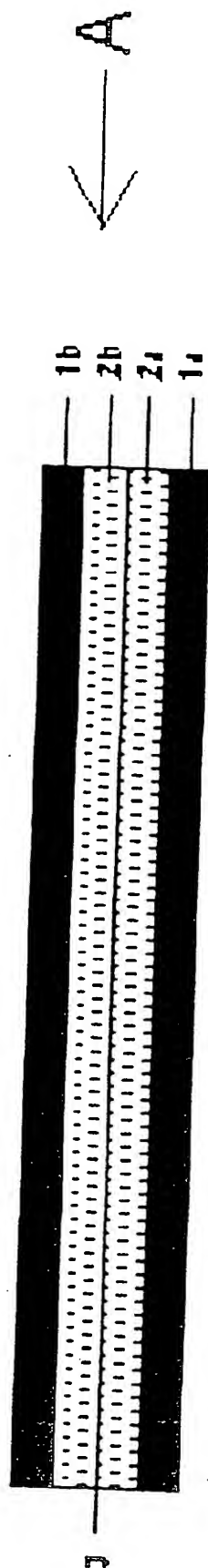


Fig. 1

Nummer:  
Int. Cl.<sup>7</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 100 24 004 A1  
C 22 C 1/08  
23. November 2000

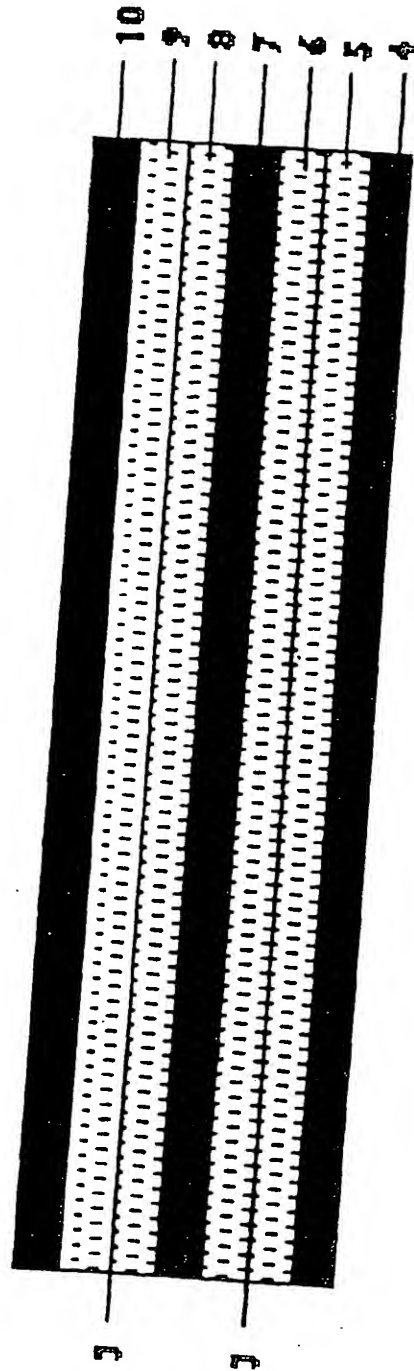


Fig. 2

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 24 004 A1  
C 22 C 1/08  
23. November 2000

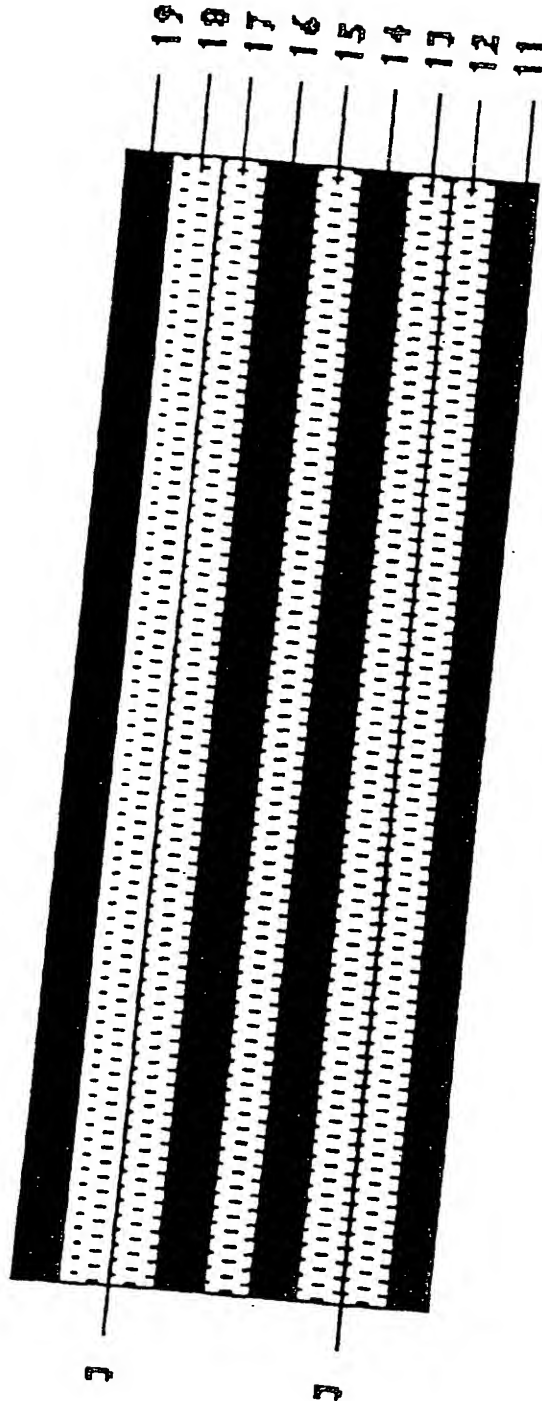


Fig. 3



Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 100 24 004 A1  
C 22 C 1/08  
23. November 2000

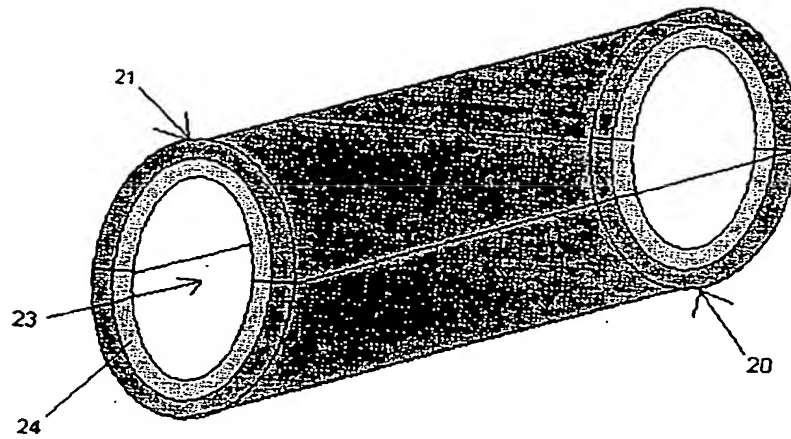


Fig. 4

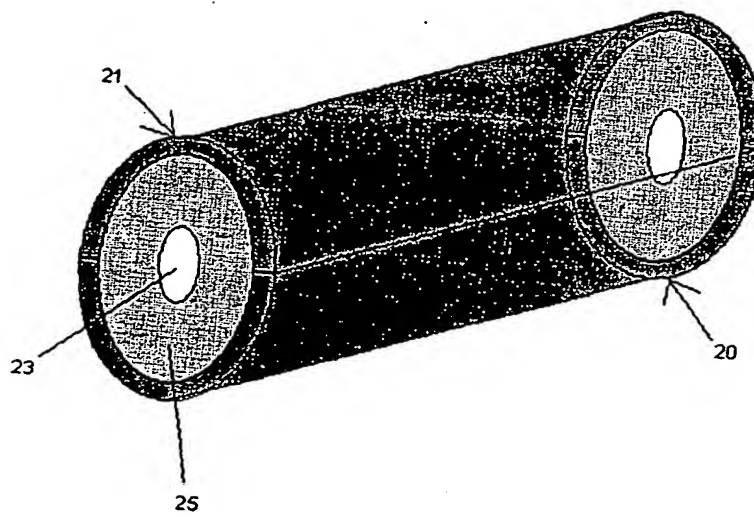


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

### **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**